

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09168528 A**

(43) Date of publication of application: 30 . 06 . 97

(51) Int. Cl.

**A61B 5/055
G01N 33/48**

(21) Application number: 08305351

(22) Date of filing: 15 . 11 . 96

(30) Priority: 18 . 11 . 95 DE 95 19543079

(71) Applicant: **PHILIPS ELECTRON NV**

(72) Inventor: **BOERNERT PETER DR
SCHAEFFTER TOBIAS**

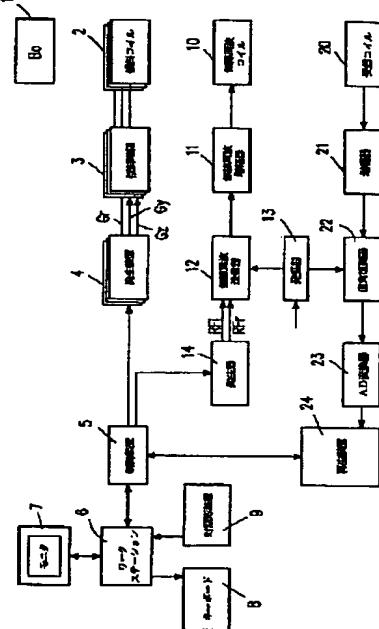
(54) NUCLEAR MAGNETIC SPACE AND/OR SPECTRUM DISTRIBUTION JUDGING METHOD

areas.

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To judge the spacial spectrum distribution of nuclear magnetism in separated areas from magnetic signals generated following to excitation of the nuclear magnetism in generation of a plurality of multi-dimension radio-frequency pulses after preliminarily deciding a signals of linear independence of the phase and the amplitude of the nuclear magnetism in a plurality of separated areas.

SOLUTION: Using a criterion from a noninfected part as the absolute evaluation of spectrum, spatially non-coherent areas required to judge four magnetic resonance spectrums are formed in sliced images and displayed on a monitor 7. Four linear independence signals of cross directional magnetic phases are preliminarily decided to tour areas separated from rest parts of the magnetic resonance image, and combined envelopes of four two-dimensional radio frequency pulses are calculated as excitation pulses in the cross directional magnetic phase so that the sign of generated cross direction magnetism corresponds to a prescribed sign in each area. Magnetic resonance signals generated afterward are converted by an A/D convertor 23 to express the whole magnetic resonance spectrums in four



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-168528

(43)公開日 平成9年(1997)6月30日

(51)Int.Cl.⁶
A 61 B 5/055
G 01 N 33/48

識別記号 庁内整理番号

F I
A 61 B 5/05
G 01 N 24/08

技術表示箇所
3 8 0
5 1 0 Y

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全9頁)

(21)出願番号

特願平8-305351

(22)出願日

平成8年(1996)11月15日

(31)優先権主張番号 19543079:4

(32)優先日 1995年11月18日

(33)優先権主張国 ドイツ (DE)

(71)出願人 590000248

フィリップス エレクトロニクス ネムロ
ーゼ フェンノートシャッップ
PHILIPS ELECTRONICS
N. V.

オランダ国 アイントーフェン フルーネ
ヴァウツウエッハ 1

(72)発明者 ペーター ベルネルト

ドイツ連邦共和国, 22547 ハンブルク,
ユーッケルシュトラーセ 14ゲー

(72)発明者 トピアス シェーフター

ドイツ連邦共和国, 20257 ハンブルク,
ランゲンフェルダー・ダム 4

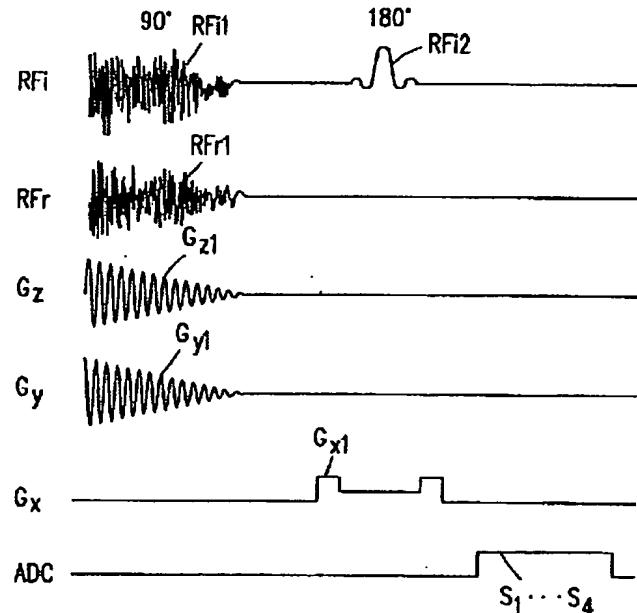
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

(54)【発明の名称】 核磁気の空間及び/又はスペクトル分布の判定方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、空間又は周波数に関しコヒーレントではない分離した領域内の核磁気分布の判定方法の提供を目的とする。

【解決手段】 本発明によれば、分離した領域だけが多次元無線周波パルスにより同時に励起され、励起に次いで生じた磁気共鳴信号の線形結合又は磁気共鳴信号から得られた磁気共鳴データから各領域の核磁気分布が判定される。本発明は、測定時間の短縮と、より魅力的なS/N比とが得られる利点がある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物内のn個の分離した領域において核磁気の空間及び/又はスペクトル分布を判定する方法であつて、

- a) 上記n個の分離した領域の核磁気の位相及び/又は振幅のn個の線形独立な符号を予め決める段階と、
- b) 核磁気が上記n個の領域だけで、即ち、常に上記n個の符号の中の1個に従つて励起されるように成形されたn個の異なる多次元の無線周波パルスを発生する段階と、
- c) 上記領域における上記の核磁気の励起に続いて生じる磁気共鳴信号を取得する段階と、
- d) 上記の各領域毎に核磁気分布を判定するため、上記磁気共鳴信号の線形結合、又は、上記磁気共鳴信号から直線的に得られた磁気共鳴データを形成する段階とからなる方法。

【請求項2】 空間的に多次元の無線周波パルスが使用され、

上記の段階c)と場合によって上記の段階d)が多数回に亘り繰り返され、

各無線周波パルスの後、かつ、結果として得られる上記磁気共鳴信号の取得の前に、第1の方向に延在する位相符号化傾斜を有し、各磁気共鳴信号の新たな取得の前に時間積分が変化する第1の傾斜磁界が発生されることを特徴とする空間的に分離した領域を検査するための請求項1記載の方法。

【請求項3】 上記の段階c)と場合によって上記の段階d)が複数のサイクル中に繰り返され、

上記第1の傾斜磁界に関する時間積分は、サイクルとサイクルの間で変えられ、

各サイクル自体は複数の繰り返しかなり、

第2の方向に位相符号化を伴い、繰り返しと繰り返しの間に時間積分が変化する第2の傾斜磁界が、結果として得られる上記磁気共鳴信号の更新された取得の前に発生されることを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項4】 上記の各磁気共鳴信号の取得の間に、上記位相符号化傾斜と直交する第3の方向に傾斜が延在する傾斜磁界が加えられることを特徴とする請求項2又は3記載の方法。

【請求項5】 空間的に多次元の無線周波パルスが使用され、

上記領域内のスペクトル核磁気分布の判定のため、上記磁気共鳴信号の取得の間に傾斜磁界は加えられないことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか1項記載の方法。

【請求項6】 複数の空間的に分離した領域が複数の分離した周波数域で励起され、

上記の符号、又は、上記の異なる無線周波パルスの数は、上記の空間的に分離した領域の数と周波数域の数の積に対応することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項7】 a) 無線周波パルスを発生する無線周波コイルシステムと、

b) 時間的に変化し得る傾斜磁界を発生する傾斜コイルシステムと、

c) 磁気共鳴信号を受けるコイルシステムと、

d) 受けられた上記磁気共鳴信号から核磁気分布を再生する再生装置と、

e) 任意に成形された分離した領域を画成する対話装置と、

f) n個の分離した領域において位相及び/又は符号を予め決める手段と、

g) 以下の段階を実行するような態様で上記の構成要素を制御する制御装置とからなり、

上記制御装置は、

h) 上記核磁気が上記n個の領域だけで、即ち、常に上記n個の符号の中の一つに従つて励起されるように成形されたn個の異なる無線周波パルスを発生する段階と、

i) 上記領域内の上記核磁気の励起に続いて生じる上記磁気共鳴信号を取得する段階と、

j) 上記の各領域毎に上記核磁気を判定するため、上記磁気共鳴信号の線形結合、又は、上記磁気共鳴信号から直線的に得られた磁気共鳴データを形成する段階とを実行する請求項1記載の方法を実行する装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、対象物内の分離した領域の核磁気の空間及び/又はスペクトル分布を判定する方法に関する。磁気共鳴検査の場合に、対象物の空間的に分離した領域を検査することが屡々望ましい。

【0002】

【従来の技術】 例えば、生体内分光器の場合、診断に関係した領域内のスペクトル核磁気分布の評価のため病状のない領域から基準スペクトルを得ることが重要である。磁気共鳴画像化処理において、全画像の中の特定の領域だけに診断上の関心があるので、検査ゾーン全体を画像化する必要はない。特定の領域だけを画像化し得ることは、激しい流れのアーティファクトを生じ得る検査ゾーンが非常に血管化された診断上の関心がない領域を含む場合に有利である。その場合、他の領域だけを励起し、画像化することが望ましい。

【0003】 更に、異なる領域、例えば、二つの異なる平面に脂肪分又は水分の画像を生成することが屡々重要である。脂肪分又は水分の画像は、磁気共鳴信号の異なる周波数域から形成される。従つて、この場合には、全部で4個の分離した領域（空間的に分離した2個の領域と周波数上で分離した2個の領域）があり、上記の領域で磁気分布を判定する必要がある。

【0004】 核磁気は、所謂多次元無線周波パルスにより、任意の形状の空間的に多次元の領域内で励起又はリフォーカスされる。多次元無線周波パルスは、振幅変調

及び／又は位相変調されたパルスであり、時間的に変化する傾斜磁界が存在する場合に、縦方向の磁気を励起し、又は、横方向の磁気をリフォーカスする。このような多次元無線周波パルスは、磁気共鳴ジャーナル、第82号、647-654ページ（1989年）に記載されている。更に、磁気共鳴医学、第15号、287-304ページ（1990年）には、同時に空間とスペクトルの選択性があり、数個の空間的及び周波数的に分離した領域を一つずつ励起させることができる無線周波パルスの形式が記載されている。上記のパルスは、多次元無線周波パルスであると考えられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記の種類の分離した領域の核磁気の空間及び／又はスペクトル分布を判定する方法を改良することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】分離した領域の数がn個の場合を考えると、上記目的は以下の段階をとる本発明の方法により達成される。本発明の方法は、

- a) n個の分離した領域内の核磁気の位相及び／又は振幅のn個の線形独立の符号を予め決める段階と、
- b) n個の領域だけで、即ち、常にn個の符号の中の1個に従って核磁気が励起されるように形成されたn個の異なる多次元無線周波パルスを発生する段階と、
- c) 上記領域内の核磁気の励起に続いて生じた磁気共鳴信号を得る段階と、
- d) 上記領域の中の各領域における核磁気分布を判定するため、磁気共鳴信号の線形結合、又は、上記磁気共鳴信号から直線的に得られた磁気共鳴データを形成する段階とからなる。

【0007】かくして、本発明によれば、検査されるべき任意の形状の領域は、個別的（順次）ではなく、同時に励起される。従って、かかる励起から得られた磁気共鳴信号は種々の領域からの信号成分により構成され、それらの成分は各領域に単純には割り当てられない。しかし、各領域の核磁気分布が再生されるように、n個の異なる無線周波パルス、即ち、分離した領域と同数の異なる無線周波パルスが発生される。上記パルスは、異なる符号を伴う領域の核磁気を励起し得るような形であると想定されるので、各領域の核磁気分布は、種々の無線周波パルスを用いる測定により得られた磁気共鳴信号の線形結合を形成することにより判定される。上記の判定の曖昧さがないことを保証するため、n個の無線周波パルスの符号は線形独立でなければならない（即ち、何れの符号も他の符号の線形結合から得ることができない）。

【0008】空間的に分離した領域の検査の他の実施例において、空間的に多次元の無線周波パルスが使用され、上記の段階c）と場合によっては段階b）が多数回に亘り繰り返され、各無線周波パルスの後、結果として得られる無線周波信号の取得の前に、第1の方向に延在

する位相符号化傾斜を有する第1の傾斜磁界が生成される。繰り返しと繰り返しの間で変化する傾斜磁界の結果として、傾斜の方向の空間分解能が得られる。

【0009】本発明の更なる実施例において、磁気共鳴信号の取得中に、各傾斜磁界が位相符号化傾斜の方向と直交した第3の方向に延在する傾斜と共に常に加えられるならば、核磁気の空間分布はn個の分離した領域で判定される。従来技術による核磁気分布の2次元の判定方法に対する利点は、一般的に言うと、同一の分解能に対し、繰り返しの回数が低減されるので、測定時間が削減されることである。

【0010】同じことは、上記方法の別のバージョンにおいて、上記の段階c）と場合によっては段階b）が複数のサイクルで繰り返され、第1の傾斜磁界に関する時間積分がサイクルとサイクルの間で変化し、各周期自体は複数回の繰り返しにより構成され、第2の方向に位相符号化を備えた第2の傾斜磁界が結果としての磁気共鳴信号の更新された取得の前に発生され、第1の傾斜磁界の時間積分は繰り返しと繰り返しの間で変化するとき成立する。位相符号化傾斜と直交した方向で読まれた傾斜と組み合わされて、これにより、空間的に離れた領域内の3次元の判定が可能になり、一般的に言うと、核磁気分布の3次元判定の従来の方法よりも測定時間が短縮される。

【0011】本発明の他の実施例において、空間的に多次元の無線周波パルスが使用され、領域内のスペクトル核磁気分布の判定のため、磁気共鳴信号の取得中に、傾斜磁界が加えられない。これにより、個別の空間領域におけるスペクトル核磁気分布の分離した判定が行われ、個々の領域が対応する無線周波パルスにより個別的、かつ、連続的に励起された場合よりも良いS/N比が得られる。

【0012】本発明の他の実施例において、複数の空間的に分離した領域が複数の分離した周波数域で励起され、符号又は異なる無線周波パルスの数は、空間的に分離した領域の数と周波数領域の数の積に対応する。これにより、例えば、二つの分離した領域で同時に脂肪分及び水分の画像が判定される。本発明による方法を実行する磁気共鳴装置は、

- a) 無線周波パルスを発生する無線周波コイルシステムと、
- b) 時間的に変化し得る傾斜磁界を発生する傾斜コイルシステムと、
- c) 磁気共鳴信号を受けるコイルシステムと、
- d) 上記の受けられた磁気共鳴信号から核磁気分布を再生する再生装置と、
- e) n個の分離した領域において位相及び／又は符号を予め決める手段と、
- f) 上記の構成要素を制御する制御装置とからなり、上記制御装置は、以下の段階、

g) 上記の核磁気が上記n個の領域だけで、即ち、常に上記n個の符号の中の一つに従って励起されるように形成されたn個の異なる無線周波パルスを発生する段階と、

h) 上記領域内の上記核磁気の励起に続いて生じた磁気共鳴信号を得る段階と、

i) 上記領域の中の各領域の上記核磁気分布を判定するため、上記磁気信号の線形結合、又は、上記磁気信号から直線的に得られた磁気データを形成する段階とからなる段階が実行されるような態様で上記の構成要素を制御する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の詳細な説明を行う。図1に示された主磁界磁石1は、例えば、検査ゾーン(図示しない)のz方向に延在する1.5テスラの強度を有する安定、均一な磁界を発生する。検査ゾーンのz方向に延在し、x方向、y方向又はz方向に傾斜を有する傾斜磁界を発生し得る磁気コイルシステム2が設けられる。傾斜コイルシステム2は、傾斜増幅装置3により給電される。傾斜磁界の時間的な変化は、制御装置5により制御された発生装置4により予め定められる。制御装置5は、ワークステーション6と協働する。ワークステーション6は、磁気共鳴画像の表示用のモニタ7を含む。入力は、キーボード8、又は、例えば、ライトペンのような対話形入力装置9を介して行われる。

【0014】検査ゾーン内の核磁気は、無線周波送信器12の出力信号を増幅する無線周波増幅器11に接続された無線周波コイル10からの無線周波パルスにより励起される。高周波送信器において、無線周波パルスの複合エンベロープRF₁及びRF₂は、周波数がラーモア

*

* 周波数(1.5テスラの主要な磁界の場合に約63MHz)の発振器13により供給された90°の偏移があり二つの搬送波発振で変調される。制御装置5は、複合エンベロープRF₁及びRF₂を送信器12に結合された発生器14に供給する。

【0015】検査ゾーンで生成された磁気共鳴信号は、受信コイル20により受けられ、増幅器21により増幅される。増幅された信号は、直角復調器22において復調され、アナログ・ディジタル変換器23を介して、デジタル化された磁気共鳴信号から磁気共鳴分布の画像を再生する再生装置24に供給される。上記の画像はモニタ7上に表示することができる。

【0016】磁気共鳴分光学において、磁気共鳴スペクトルが判定される領域を磁気共鳴画像に基づいて画成することが有利である。上記スペクトルの絶対評価は、異なる患者間の大きい相違のため屡々問題となるので、病状のない領域からの基準値を利用することが必要である。このため、4個の分離した領域、即ち、磁気共鳴スペクトルを判定する必要のある空間的にノンコヒーレントな領域R1...R4が通常の方法で形成されたストライス画像に画成され(図2を参照のこと)、モニタ7に表示される。しかし、本質的に、検査されるべき領域は、適当な画像処理方法を用いて自動的に予め決められる。

【0017】図3の磁気共鳴画像の残りの部分から分離した示された上記の4個の領域に対し、横方向の磁気の位相の4個の線形独立符号が予め決められる。種々の領域の符号は、例えば、以下の表1の通り、予め決めることができる。

【0018】

【表1】

表1

パルス	R 1	R 2	R 3	R 4	磁気共鳴信号
1	+	+	+	+	→ S1
2	+	+	-	-	→ S2
3	+	-	-	+	→ S3
4	+	-	+	-	→ S4

【0019】上記の表において、“+”は、当該領域で同時に回転する座標系に横方向の磁気が位相位置ゼロを有することを意味し、一方、“-”は、当該領域で横方向の磁気が180°の位相位置を有するべきであることを意味する。上記の符号表は4個の点のアダマール変換に対応する。上記の符号は、本質的に、利用者が対話的に予め決めることができるが、領域の個数が分かれ次第、ワークステーション6により自動的に予め決めてもよい。アダマール変換に従って、領域の核磁気を符号化する代わりに、線形独立である限り任意の他の符号を使

用してもよい。その中には、ウェーブレット変換又はフーリエ変換が含まれる。上記の変換及び他の変換は、特に、磁気共鳴医学、第24号、265-287ページ(1992年)と、アメリカ光学学会誌、第A4号、923-932ページ、1989年に記載されている。

【0020】符号を予め決めた後、これにより生成された横方向磁気のサインが各領域内の所定の符号と対応するような態様で、4個の2次元無線周波パルスの複合エンベロープは励起パルスとして計算される。空間的な2次元の無線周波パルスは、2個の相互に直交した方向に

延在する傾斜を備えた時間的に変化し得る傾斜磁界が伴う。かかる無線周波パルスのエンベロープの計算は、磁気共鳴ジャーナル、第82号、647-654ページ(1989年)に記載されている。

【0021】図4の最初の2本の線は、 z 方向及び y 方向に延在する傾斜 G_{1z} 及び G_{1y} で直線的に減少する振幅の余弦波又は正弦波状の傾斜磁界が伴う4個の無線周波パルスの中の一つの複合エンベロープ R_{1z} 及び R_{1y} の時間的な変化である。かかる2次元無線周波パルスは、4個の領域 $R_1 \dots R_4$ 、即ち、上記の領域だけに核磁気を励起し、各領域内の横方向の磁気の位相位置は所定の符号の中の一つに対応する。この2次元無線周波パルスに統いて、上記シーケンスは、 x 方向に傾斜のある傾斜磁界 G_{1z} が伴うスライス選択性のリフォーカシング無線周波パルス RF_{1z} を含む。検査は、かくして、 x 方向に直交して延在し、その横方向の磁気が無線周波パルス RF_{1z} によりリフォーカシングされたスライスに制限される。

【0022】無線周波パルス RF_{1z} の後に発生する磁気共鳴信号、例えば、信号 S_1 は、受信され、アナログ・ディジタル変換器 23 によりディジタル信号に変換される。上記の信号のフーリエ変換は、4個の領域 $R_1 \dots R_4$ の全部の磁気共鳴スペクトルを表わす。図4に示されたシーケンスは、2回、3回、及び、4回繰り返されるが、制御装置は、2番目、3番目及び4番目の2次元無線周波パルスのエンベロープ RF_{1z} 、 RF_{1y} を、夫々、発生器 14 に入れるので、信号 S_2 、 S_3 及び S_4 が得られる。必要ならば、上記4個のシーケンスは多数回に亘り繰り返される。

【0023】各領域 $R_1 \dots R_4$ の磁気共鳴スペクトルは、磁気共鳴信号 $S_1 \dots S_4$ の適当な線形結合、又は、磁気共鳴信号から判定された磁気共鳴スペクトルにより判定される。例えば、領域 R_1 に対する信号 S

(R_1) は、以下の式:

$$S(R_1) = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

に従って計算される。この演算は、4点のアダマール逆変換に対応する。

【0024】スペクトル核磁気分布が上記の方法で判定されるとき、 S/N 比は、各領域の磁気共鳴スペクトルの別個の連続的な判定の場合よりも倍率 \sqrt{n} 倍で良くなるので、上記の例の場合に、倍率2で良くなる。核磁気のスペクトル分布を判定する代わりに、空間的に分離した領域を空間的に画像化してもよい。このことが、図5乃至7を参照してより詳細に説明される。

【0025】図5には、2次元磁気共鳴画像が示される。この種類の画像は、画像フィールドの全体が $M \times N$ のマトリクス上に画像化されるような形で測定される通常の磁気共鳴画像化方法を用いて形成することができる。ここで、 M は読まれる傾斜の方向のデータ点の数であり、 N は、変化した位相符号化傾斜と共に発生される

べきシーケンスの数である。しかし、屡々、かかる画像の中で選択された領域、例えば、画像内の参照符号 R_1 及び R_2 で示された領域だけに关心がある。画像フィールドの残りの部分は、画像化されるべきではない血管、又は、他の強い流れのアーティファクトの発生源を含む。従って、領域 R_1 及び R_2 だけを表わす磁気共鳴画像を形成することが望ましい。

【0026】図7には、図5の領域 R_1 及び R_2 の同時的な励起の単一シーケンスが示される。図7に示されたシーケンスは、実質的に図4に示されたシーケンスと対応し、傾斜磁界 G_{1z} だけが磁気共鳴信号の読み出し中に z 方向に加えられ、その傾斜磁界は時間積分が G_{1z} の半分に達する傾斜磁界 G_{1y} が先行し、 180° の無線周波パルス RF_{1z} と2次元無線周波パルス RF_{1y} の間に、時間の関数として変化する傾斜磁界 G_{1y} が印加される。更に、磁気共鳴信号の読み出しの前に、 y 方向に作用する位相符号化傾斜 G_{1y} が作動され、上記傾斜を s 回繰り返すことが必要な場合に、位相符号化傾斜は繰り返しと繰り返しの間で段階的に変化する。空間的な分解能 d_r により分割された位相符号化の2個の領域における大きい方の寸法から得られる数 s は、その方向の方が大きい領域(R_2)の位相符号化傾斜の方向に存在する画素数を示す。2次元パルスは、空間的に分離した領域 R_1 と R_2 の両方(しかし、この両方の領域だけ)を励起するので、位相符号化方向における再構成の後に2個の領域を互いに区別することは不可能であり、フォールディングアーティファクトが生じる。かかるフォールディングアーティファクトを回避するため、2個の領域 R_1 及び R_2 は、以下の表2の如く、上記領域の核磁気の位相を符号化する2個の異なる2次元無線周波パルスに照射される。

【0027】

【表2】

表2

パルス	R 1	R 2	磁気共鳴信号
1	+	+	$\rightarrow S_1$
2	+	+	$\rightarrow S_2$

【0028】上記の2個の異なる2次元無線周波パルスの計算は、図4に関して説明したよに行われる。各領域の核磁気分布の再生は、磁気共鳴信号 S_1 、 S_2 の線形結合を用いて行われ、即ち、

$$S(R_1) = S_1 + S_2 \quad \text{かつ}$$

$$S(R_2) = S_1 - S_2$$

である。これは、2点のアダマール変換又は2点のフーリエ変換と等価である。上記の方法で磁気共鳴信号を結合する代わりに、それらのフーリエ変換、或いは、位相符号化と組み合わせて磁気共鳴信号 S_1 及び S_2 から再生された画像は、上記の方法で重畳される。これによ

り、2個の領域に対するフーリエ変換、又は、直接的に2個の領域の磁気共鳴画像が得られる。

【0029】通常の磁気共鳴画像化方法と比較して、上記の方法の利点は、領域の数 n と数 s の積が、必要とされる位相符号化のステップ数 N よりも小さいならば、標準的な2次元離散フーリエ変換方法の場合に、画像全体が同一の分解能 d_r で再生されることである。上記の測定時間の利点から完全な利益を得るために、読み出される傾斜の方向（上記の例では z 方向）と位相符号化傾斜の方向（この例では y 方向）は、位相符号化方向の領域の最大寸法ができる限り小さくなるよう選択されるべきである。

【0030】上記の説明は3次元の場合にも拡張される。図6には3次元の場合が示され、同図によれば、核磁気分布は3個のノンコヒーレント領域 R_1 、 R_2 及び R_3 において判定される。2個の空間的な方向（ x 、 y ）は位相符号化されなければならないが、一方、読み出された傾斜は、2個の空間的な方向と直交する第3の方向に延在する。領域 R_3 が、 x 方向及び y 方向に関し3個の領域の中で最大寸法を有し、 x 方向の長さは t 画素に達し、 y 方向の長さは s 画素に達する場合を考える。

【0031】図5に関して与えられた図7のシーケンスは、スライス選択性パルス R_{12} 及び選択傾斜 G_{x1} が省かれ、代わりに位相符号化傾斜 G_{x2} が適用され、 t 回に亘り繰り返されるように変更する必要がある。更に、 G_{x2} のサインを反転させる必要がある。3次元離散フーリエ変換法を用いて得られたような領域全体の通常の画像であって、かつ、画像全体が2方向に位相符号化された画像と比較して、測定時間の利点は、以下の条件

$$n \cdot s \cdot k < N \cdot K$$

が満たされる場合に得られる。ここで、 n は空間的に分離した領域の数を表わし、 N 及び K は、夫々、標準的な3次元離散フーリエ変換の x 方向及び y 方向の画素数を表わす。一般的に言うと、上記の条件は、領域 R_1 、 R_2 及び R_3 の簡単な局部的制限により既に満足されるので、測定時間は著しく削減される。

【0032】読み出された傾斜 G_{x2} 及びデフォーカシング傾斜 G_{y2} が磁気共鳴信号の取得のため省かれたならば、空間的な2次元分解能の分光学的画像化が得られる。図5乃至7を参照して説明したような種々の領域内の核磁気の空間分布の判定は、磁気共鳴信号の取得の前に当該領域内の核磁気の更新された励起を必要とする2次元離散フーリエ変換又は3次元離散フーリエ変換法に基づく。しかし、本発明は、EPI等のように、無線周波パルスの励起に続いて、読まれた傾斜の交番する極性と共に幾つかの磁気共鳴信号を読む磁気共鳴法と共に使用される。各読み出し操作の前に、読み出し方向と直交して延在する第1の方向の位相は、（2次元画像の場合に）短いパルス（b1ip）により変えられる。同様

に、3次元領域の核磁気分布の取得時に、位相符号化は、第1の方向及び読み出し傾斜の方向と直交して延在する第2の方向で行われる。

【0033】核磁気の励起を選択された領域に制限することにより、再生のため必要になる磁気信号の数を削減することが可能になる。上記の本発明の説明では、ノンコヒーレント領域は、空間的な2次元又は3次元の領域である場合を想定した。しかし、本発明は、1個の空間的な次元と、1個のスペクトル的な次元を含む場合にも使用される。かかる配置が生じるのは、例えば、 z 方向にオフセットした2平面において脂肪分画像及び水分画像を判定する必要がある場合である（脂肪分画像と水分画像は、化学的シフトのため僅かに異なる周波数を有する）。これは、図8に示されたような（ z 、 f ）空間（ z は位置の座標、 f は周波数を表わす）の4個の領域における核磁気分布の再生と対応する。

【0034】図9には上記の目的に適当なシーケンスが示される。磁気共鳴医学、第15巻、287-304ページ（1990年）には、同時に空間的及びスペクトル的に選択的に核磁気を励起する無線周波パルスの発生法が詳細に記載されている。図8の4個の領域に対し、上記のようなパルスが4個必要とされ、これらのパルスは異なる方法で4個の領域内の核磁気を符号化する。上記のパルスは、通例の読み出し傾斜（ G_{x2} ）又は位相符号化傾斜（ G_{y2} ）と組み合わせて通例の磁気共鳴画像化操作を行うため使用することができる。

【0035】図9に示されたシーケンスは、脂肪分及び水分の画像が2平面内で連続的に判定される方法と比較して測定時間の利点が得られないで、4N回繰り返すことが必要である。空間的及びスペクトル的に選択的無線周波パルスは、4個の領域の全部を同時に励起するので、2の倍率で改良されたSN比が得られる。

【0036】

【発明の効果】本発明の利点は、測定時間が同一であるため、個別の領域の核磁気が連続的に測定された場合よりも良いSN比が得られることである。本発明の更なる利点は、個別の領域の測定が同時に行われるので、得られた分布は、連続的に測定された場合よりも良い関係があることである。関心のない領域を含む全ての対象物を画像化する2次元又は3次元の画像化方法と比較して、測定時間が削減され、アーティファクトの感受性が低減される利点がある。その理由は、アーティファクトを受けやすい構造は無線周波パルスによる影響を全く受けないので、無線周波パルスはアーティファクトの原因に発展しないからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法が実行される磁気共鳴装置のプロック図である。

【図2】磁気共鳴測量画像を表わす図である。

【図3】測量画像から選択された幾つかの領域を示す図

である。

【図4】測量画像から選択された幾つかの領域の分光学的な評価用のシーケンスの種々の信号の時間的な変化を示す図である。

【図5】選択された領域と共に対象物の2次元画像を示す図である。

【図6】選択された領域と共に対象物の3次元画像を示す図である。

【図7】図5及び6の領域の画像化に適当なシーケンスの信号の時間的な変化を示す図である。

【図8】空間及び周波数に関して分離した領域の位置を示す図である。

【図9】空間及び周波数に関して分離した領域の画像化に適当なシーケンスを示す図である。

【符号の説明】

1 主磁界磁石

2 傾斜コイルシステム

* 3 傾斜増幅装置

4 発生装置

5 制御装置

6 ワークステーション

7 モニタ

8 キーボード

9 対話形入力装置

10 無線周波コイル

11 無線周波増幅器

10 12 無線周波送信器

13 発振器

14 発生器

20 受信コイル

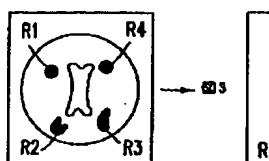
21 増幅器

22 直角復調器

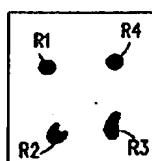
23 アナログ・デジタル変換器

* 24 再生装置

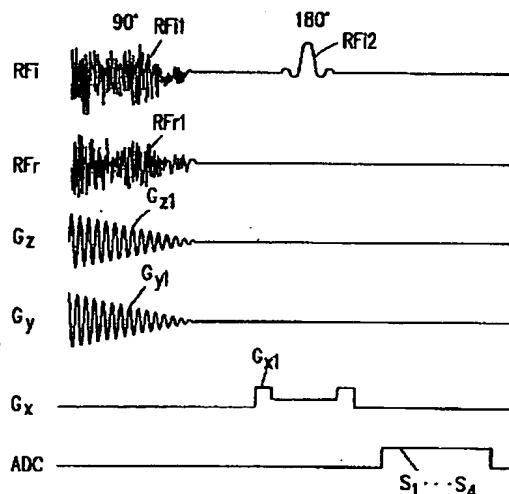
【図2】



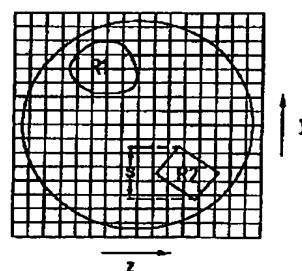
【図3】



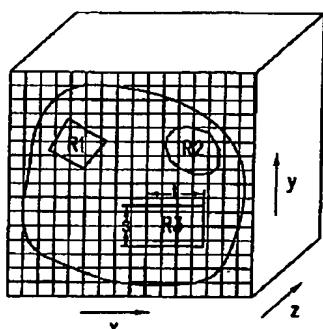
【図4】



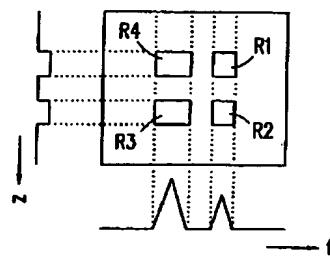
【図5】



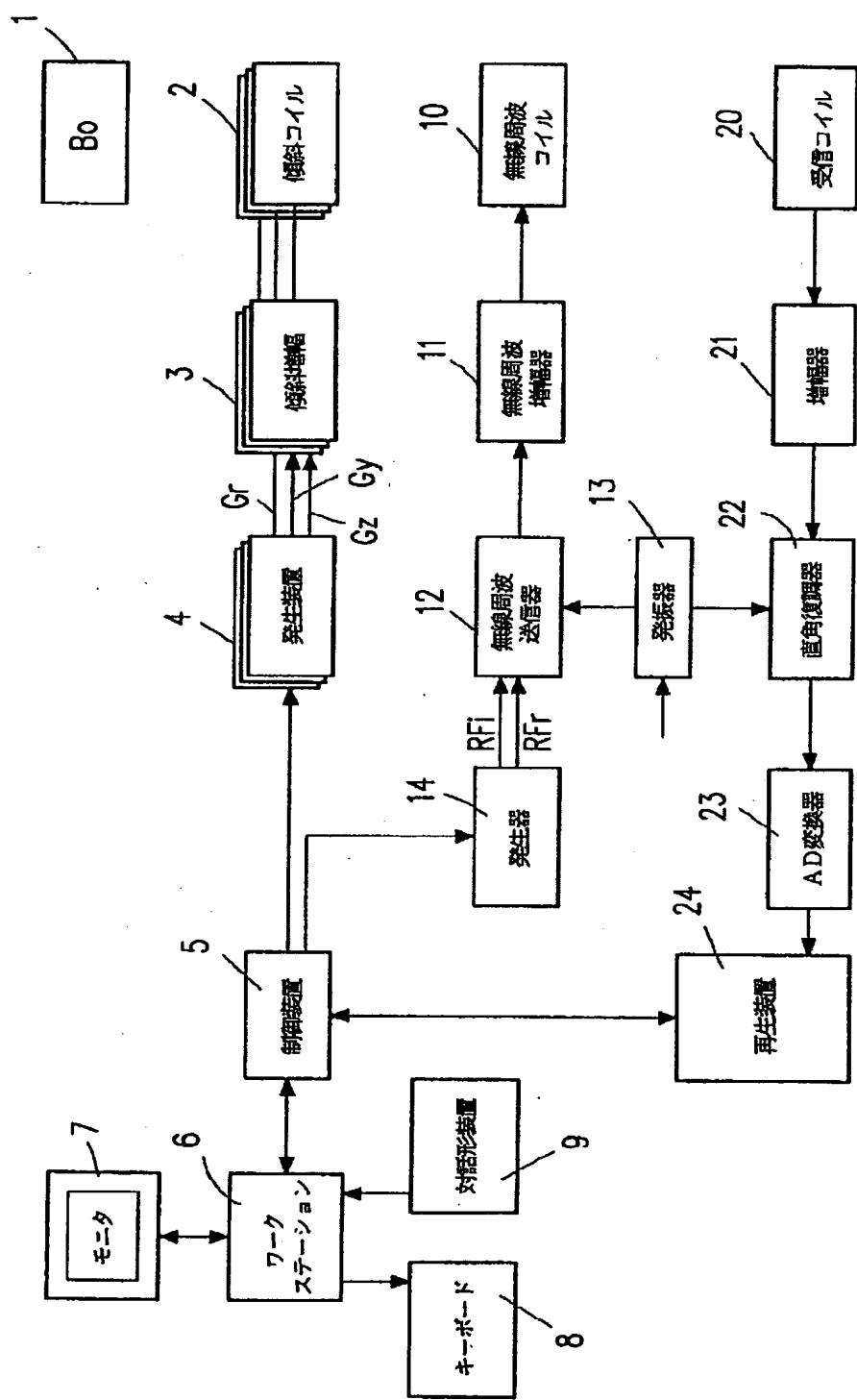
【図6】



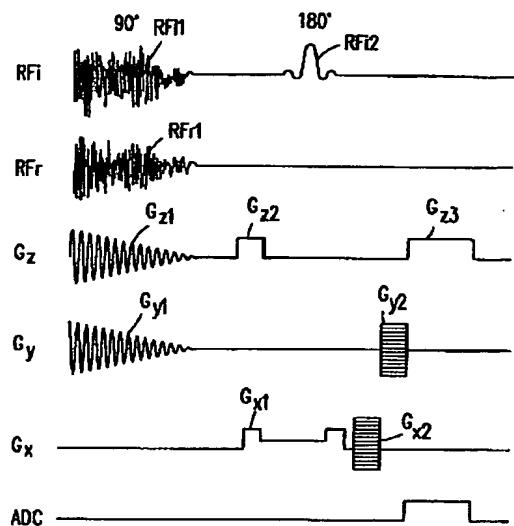
【図8】



【図1】



【図7】



【図9】

